

# Effet des traitements des fibres de palmier dattier sur le comportement mécanique de l'interface fibre-matrice de terre stabilisée

MAHI Abdelhak<sup>1</sup>, FOUCHAL Fazia<sup>2</sup>, HAMOUINE Abdelmadjid<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Laboratoire Archipel, Université Tahri Mohammed Béchar Algérie

<sup>2</sup> Laboratoire GC2D, Université de Limoges France

## RESUME

Cet article présente les résultats d'une étude expérimentale sur le comportement d'interface entre les fibres végétales du palmier dattier et les blocs de terre stabilisée (SEB). Le SEB a été stabilisé avec du ciment blanc, de la chaux et du mélange ciment blanc-chaux. Pour évaluer le comportement de l'interface et l'adhésion entre la fibre et la matrice, des tests d'arrachement ont été effectués sur une seule fibre de palmier ancrée dans différentes variantes de SEB. Il a été constaté que la meilleure performance en terme de résistance à la force d'arrachement a été observée sur le cas des fibres de palmier traitées par autoclave incorporées dans une matrice de terre stabilisée par du ciment blanc. Cependant, l'humidité a un effet défavorable sur l'adhérence entre la matrice de terre stabilisée- fibre.

**Mots-clefs** Blocs de terre stabilisée, Fibres de palmier dattier, Interface, Adhésion, Test d'arrachement.

## I. INTRODUCTION

La demande pour la construction ne cesse d'accroître à travers le temps et toujours avec de nouveaux besoins pour améliorer le confort à l'intérieur de l'habitat. Cependant cette tendance évolue en parallèle avec l'épuisement de plus en plus de grandes quantités de ressources non renouvelables. Par conséquent, il est nécessaire de trouver des alternatives pour remédier à cette problématique qui s'est généralisée à l'échelle mondiale. En effet, commencer à prévoir d'intégrer des matériaux locaux recyclables dans le secteur de la construction peut être une des solutions mais qui existe déjà depuis que l'homme à commencer à construire ses premiers abris. Les procédés ancestraux ont reculé et parfois ont été complètement abandonnés au détriment du développement de nouveaux matériaux de construction tels que le béton et la charpente métallique.

Dans ce contexte le recours à la construction en terre, par exemple, est devenue une alternative et une nécessité pour préserver notre environnement localement et à l'échelle de la planète. Il faut savoir que plus de 30% des émissions du gaz à effet de serre, à l'échelle mondiale, proviennent principalement du secteur de la construction et du bâtiment. Cette situation pousse la réflexion et les orientations futures pour la construction à faire intégrer des matériaux naturels, non toxiques, respectueux de l'environnement, moins énergivores, de faibles émissions de CO<sub>2</sub>, recyclables tout en offrant une grande inertie thermique [1]. De nombreuses tentatives sont menées pour améliorer la tenue mécanique des constructions en terre crue qui posent un problème incontournable. Des récents travaux [2,3] ont proposé d'introduire des stabilisants chimiques, à faible taux, par l'ajout de ciment, de la chaux et le mélange des deux à la terre ainsi que l'introduction des fibres végétales traitées [4] pour augmenter les propriétés mécaniques de matériau terre et afin également d'améliorer sa durabilité. Ce papier sera consacré à l'étude de l'effet des traitements des fibres de palmier dattier sur le comportement mécanique de l'interface fibre-matrice de terre stabilisée.

## II. ETUDE EXPERIMENTALE

### 2-1- Préparation des éprouvettes:

La terre utilisée pour cette étude est extraite de la partie démolie du site d'étude appelé « Ksar Mougheul ». Les ksour « villages fortifiés » du sud algérien classés patrimoine mondial de l'UNESCO sont des constructions en terre crue conçus avec une technique ancestrale très utilisée dans le passé dans cette région du désert saharien mais très peu approchée d'un point de vue scientifique. Les blocs d'Adobe ont été écrasés puis tamisés avec un tamis de diamètre 6,3 pour séparer les grosses particules des fines. La terre ainsi récupérée a été utilisée pour réaliser les échantillons qui seront testés dans cette étude vis-à-vis de l'arrachement. Quatre variantes de mélange ont été choisies, le mélange de terre sans stabilisant pour la première (témoin), la seconde mélangée avec 10% de ciment blanc, la troisième mélangée avec 10% de la chaux et la dernière mélangée avec 5% de ciment blanc et +5% de chaux. Le rapport eau / ciment utilisé est fixé à 30%. Les éprouvettes ont une dimension de 4x4x3 cm utilisées pour le test d'arrachement d'une fibre ont été préparées selon la méthode suivante: premièrement, une moitié de la quantité de mélange requise pour la fabrication de l'éprouvette de terre a été introduite dans le moule, ensuite, une seule fibre de 15 cm de longueur a été placée au milieu, sur la première partie de mélange déjà déposée dans le moule, puis la dernière moitié du mélange de terre a été rajoutée directement sur la fibre tout en assurant une totale incorporation de la fibre dans la matrice de terre, et enfin un compactage manuel a été réalisé. Le démoulage des éprouvettes est effectué après 48 heures; les échantillons ont été conservés à la température ambiante pendant 28 jours au minimum avant les essais. Dans ce papier seulement le traitement des fibres par autoclave qui seront présentés. Ce traitement simple peu coûteux et sans danger pour l'environnement consiste à mettre les fibres pendant 30 minutes en présence de vapeur d'eau saturante à une température légèrement supérieure à 130°C et pour laquelle la tension de vapeur est de 2 bars, cette étape est suivie d'une autre de séchage à température ambiante.

### 2-2- Appareils et tests mécaniques:

L'appareil utilisé pour le test d'arrachement d'une fibre dans un bloc de terre stabilisée est illustré à la figure &, il s'agit d'une presse universelle de 5 KN à commande automatique. Le bloc de terre

stabilisée (4x4x3 cm de dimension) est fixé dans la partie inférieure par deux plaques, la partie supérieure de la fibre est également fixée par deux plaques et soumise à une force de traction axiale avec une vitesse de 1 mm/min, ce système permettait l'enregistrement de la force d'arrachement et le déplacement de la fibre.

### 2-3- Résultats et discussions :

L'essai d'arrachement a permis d'identifier la loi de comportement mécanique de l'interface (force-déplacement) et d'obtenir la contrainte d'adhérence correspondante à la valeur maximale de la force d'arrachement. La figure 2 montre les courbes de la force d'arrachement en fonction des déplacements pour le cas des fibres non traitement et ceux pour les quatre variantes de BTS testées. La figure 3 représente les courbes de la force d'arrachement en fonction des déplacements pour le cas des fibres traitées à l'autoclave.



**FIGURE 1. Pull-out test.**

Les résultats obtenus sur les cas des quatre variantes de fibre non traitée (Figure 2) montrent la même tendance de comportement mécanique pour les trois variantes une bonne répétitivité de l'essai réalisé sur 5 échantillons pour chaque variante. Il a été observé que la force appliquée augmente de manière monotone avec l'augmentation de déplacement d'extraction, qui diminue brusquement une fois la charge maximale atteinte. La première phase de chargement permet de distinguer une partie linéaire qui correspond un comportement élastique de l'interface. La non-linéarité observée avant le post pic coïncide avec l'apparition des microfissurations. Au-delà de pic, la branche descendante représente le décollement entre la fibre et la matrice ; ensuite un palier presque horizontal exprime la résistance résiduelle due au frottement de la fibre dans la terre dégradée par l'extraction de la fibre.

Il est clair que la stabilisation par le ciment blanc augmente la force maximale de l'arrachement de 16% par rapport à la terre seule et que l'utilisation de la chaux seule comme stabilisant diminue la force maximale par 55% par rapport à la terre seule mais l'utilisation de mélange de 5% de ciment blanc et 5% de la chaux augmente la force d'arrachement. L'amélioration observée sur la résistance d'adhérence dans le cas de stabilisation par le ciment blanc est due à la formation des cristaux de ciment hydratés qui améliorent la liaison d'interface due également aux réarrangements des particules.

Pour les cas des fibres traitées à l'autoclave, il est constaté que ce traitement n'influait pas de manière significative la tendance du comportement mécanique au niveau de l'interface, la forme des courbes est similaire mais avec des niveaux de résistance complètement différents entre les quatre cas testés. Cependant, ce traitement contribue à améliorer le niveau des contraintes d'adhérence notamment dans la stabilisation de la matrice par le ciment blanc, cette amélioration

est due principalement à la modification de la composition chimique de la fibre par la réduction de la quantité de la composante lignine qui est la responsable de la réaction entre la fibre et la matrice.

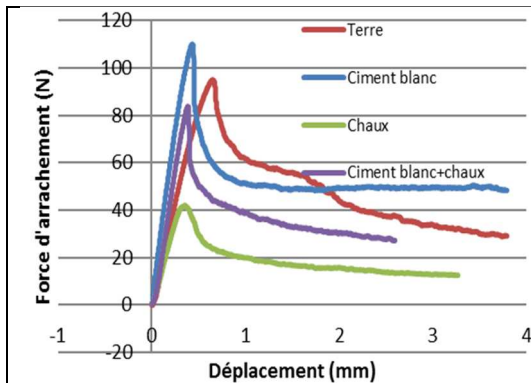


Figure 2 : Comportement de l'interface fibres sans traitement - matrice de terre

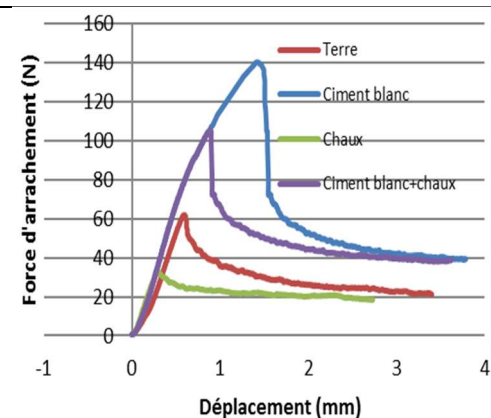


Figure 3 : Comportement de l'interface fibres traitée à l'autoclave - matrice de terre.

### III. CONCLUSION

Les principales conclusions peuvent être résumées comme suit :

- L'utilisation des fibres de palmier dattier comme renforcement dans le BTS présente des résultats intéressants vis-à-vis de la contrainte d'adhérence
- L'essai d'arrachement d'une fibre unique constitue un outil d'analyse efficace pour évaluer le comportement d'interface de BTS renforcés par des fibres végétales.
- La stabilisation de l'adobe par le ciment blanc peut améliorer les caractéristiques mécaniques notamment le comportement d'interface avec le renforcement des fibres végétales
- Le traitement des fibres de palmier dattier à l'autoclave peut améliorer les performances mécanique de fibres et l'interface dans le cas des BTS stabilisées par le ciment blanc ou le mélange ciment blanc et la chaux.

### REFERENCES

- [1] J.C. Morel, A. Mesbah, M. Oggero, P. Walker, Building houses with local materials: means to drastically reduce the environmental impact of construction, Build. Env. 36 (10) (2001) 1119-1126.
- [2] Zebair A, Fouchal F., Hamouine A, Sustainability of the Stabilized Earth Blocs under chemicals attack's effects and environmental conditions, Construction and Building Materials 212:787-798, July 2019
- [3] R. Abdeldjeba, F. Fouchal, A. Zebair, A. Hamouine, B. Labbaci, Effects of treated date palm fiber on the durability of Stabilized Earth Blocks, International Symposium on Earthen Structures 2018, 22~24 August 2018, IISc, Bangalore, India.
- [4] Ghavami K, Filho RDT, Barbosa NP. Behaviour of composite soil reinforced with natural fibres. Cement and Concrete Composites 1999; 21(1):39-48.